

# Prozedurale Generierung von Baumstrukturen innerhalb der Unreal Engine 4

Bachelor Abschlussarbeit

David Liebemann, TODO

# Überblick

1. Einleitung
2. Lindenmayer-Systeme
3. Space Colonization Algorithmus
4. Implementierung
5. Ergebnisse
6. Zusammenfassung und Ausblick
7. Quellen

## 1. Einleitung

---

# 1 Einleitung

## Prozedurale Generierung

- Konstruktion von 3D-Modellen durch computergenerierte Daten
- Benötigt eingeschränkten Eingriff durch Benutzer
- Generierung von Pflanzenmodellen ist ein wichtiger Bestandteil
- In dieser Arbeit: Konzentration auf die Generierung von Baumstrukturen

# 1. Einleitung - Prozedurale Generierung

---



Prozedural generierte Landschaftsszene. [Gre]

# 1. Einleitung - Ansatz

---

## Ansatz

- Implementierung von zwei Verfahren zur prozeduralen Generierung von Baumstrukturen:
  - Lindenmayer-Systeme
  - Space Colonization Algorithmus
- Verwendung des Frameworks der Unreal Engine 4
- Vereinfachte Darstellung von Ästen in Form von Zylindern

# 1. Einleitung - Unreal Engine 4

---

## Unreal Engine 4

- Sammlung von Softwarewerkzeugen
- In C++ programmiert mit frei einsehbarem Quellcode
- Inhalte werden in C++ oder Blueprint erstellt und leiten von Framework-Basisklassen ab
- Verfügbarkeit eines visuellen Editor:
  - Ermöglicht die

## 2 Lindenmayer-Systeme

### 2.1

- TODO

## 2. Lindenmayer-Systeme - TODO

---

### 2.2 Kontextfreie Grammatiken



## 2. Lindenmayer-Systeme - TODO

---

### Softwarequalität 2.1 *Test* *Test*

## 3 Space Colonization Algorithmus

### 3.1 TODO

### 3. Space Colonization Algorithmus - TODO

---

- TODO

## 4 Implementierung

- TODO

## 4. Implementierung - TODO

---

### TODO

- TODO

## 5 Ergebnisse

## 5. Ergebnisse - TODO

---

### 5.1 TODO

## 6 Zusammenfassung und Ausblick



## 6. Zusammenfassung - TODO

---

### 6.1 TODO

---

## Literatur

- [Bak] BAKER, MARTIN JOHN: *Maths - Angle between vectors*.  
<http://www.euclideanspace.com/maths/algebra/vectors/angleBetween/index.htm>.
- [Bal98] BALZERT, HELMUT: *Lehrbuch der Software-Technik : Software-Management, Software-Qualitätssicherung, Unternehmensmodellierung*. Spektrum Akademischer Verlag GmbH, 1998.
- [Bec05] BECKER, PETE: *Working Draft, Standard for Programming Language C++*, 2005. <http://www.open-std.org/jtc1/sc22/wg21/docs/papers/2005/n1905.pdf>.
- [Blo85] BLOOMENTHAL, JULES: *Modeling the mighty maple*. Computer Graphics Laboratory, New York Institute of Technology, Old Westbu-

- ry, New York, 1985. <https://pdfs.semanticscholar.org/00d3/4582edd116a23d4d574ad2c90e9ebf01d74d.pdf>.
- [DL05] DEUSSEN, OLIVER und BERND LINTERMANN: *Digital Design of Nature - Computer Generated Plants and Organics*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2005, 2005.
- [EKH10] EBERHARDT, HENNING, VESA KLUMPP und UWE D. HANEBECK: *Density Trees for Efficient Nonlinear State Estimation*, 2010. [http://isas.uka.de/Publikationen/Fusion10\\_EberhardtKlumpp.pdf](http://isas.uka.de/Publikationen/Fusion10_EberhardtKlumpp.pdf).
- [Eng] *Unreal Engine Documentation : Engine Features*. <https://docs.unrealengine.com/latest/INT/Engine/index.html>.
- [FGR] FINK, PROF. DR. SIEGFRIED, JÖRG GRÜNER und DR. CHRISTIAN RABE: *Skript zum Kernblock „Forstbotanik und Baumphysiologie II “ – Forstbotanischer Teil*. <https://www.forstbotanik.uni-freiburg.de/Lehre/Skripten/Skript%20Forstbotanik%20II>.

## 7. Literatur

---

- [Gre] *Green One - A landmark render of XfrogPlants by Jan Walter Schliep.* [http://xfrog.com/gallery/landscapes/green01\\_big-1600small.jpg.php](http://xfrog.com/gallery/landscapes/green01_big-1600small.jpg.php).
- [GSJ04] GOLDMAN, RON, SCOTT SCHAEFER und TAO JU: *Turtle Geometry in Computer Graphics and Computer Aided Design*, 2004. <http://www.cs.wustl.edu/~taoju/research/TurtlesforCADRevised.pdf>.
- [LN02] LEFEBVRE, SYLVAIN und FABRICE NEYRET: *Synthesizing Bark*, 2002. <http://www-evasion.imag.fr/Publications/2002/LN02/bark.pdf>.
- [Lux14] LUX, PROF. DR. ANDREAS: *Algorithmen und Datenstrukturen - Vorlesungsskript Kapitel 4*, 2014.
- [Man83] MANDELBROT, BENOIT B.: *The Fractal Geometry of Nature*. W. H. Freeman and Company, 1983.

## 7. Literatur

---

- [PL90] PRUSINKIEWICZ, PRZEMYSŁAW und ARISTID LINDENMAYER: *The Algorithmic Beauty of Plants*. Springer-Verlag, New York, eBook Auflage, 1990.  
<http://algorithmicbotany.org/papers/abop/abop.pdf>.
- [Proa] *Procedural Mesh Component in C++ : Getting Started*. [https://wiki.unrealengine.com/Procedural\\_Mesh\\_Component\\_in\\_C%2B%2B:Getting\\_Started](https://wiki.unrealengine.com/Procedural_Mesh_Component_in_C%2B%2B:Getting_Started).
- [Prob] *Profiling, How To Count CPU Cycles Of Specific Blocks Of Your Game Code*. [https://wiki.unrealengine.com/Profiling,\\_How\\_To\\_Count\\_CPU\\_Cycles\\_Of\\_Specific\\_Blocks\\_Of\\_Your\\_Game\\_Code](https://wiki.unrealengine.com/Profiling,_How_To_Count_CPU_Cycles_Of_Specific_Blocks_Of_Your_Game_Code).
- [Ran] *Unreal Engine 4 Documentation : Random Streams - Initial Seed*. <https://docs.unrealengine.com/latest/INT/Engine/Blueprints/UserGuide/RandomStreams/#initialseed>.
- [RFL<sup>+</sup>05] RUNIONS, ADAM, MARTIN FUHRER, BRENDAN LANE, PAVOL FEDERL, ANNE-GAËLLE ROLLAND-LAGAN und PRZEMYSŁAW PRUSIN-

## 7. Literatur

---

- KIEWICZ: *Modeling and visualization of leaf venation patterns*, 2005. <http://algorithmicbotany.org/papers/venation.sig2005.pdf>.
- [RLP07] RUNIONS, ADAM, BRENDAN LANE und PRZEMYSŁAW PRUSINKIEWICZ: *Modeling Trees with a Space Colonization Algorithm*, 2007. <http://algorithmicbotany.org/papers/colonization.egwnp2007.pdf>.
- [Sch14] SCHMITZ, PROF. DR. HEINZ: *Theoretische Informatik - Vorlesungsskript*, 2014.
- [STN16] SHAKER, NOOR, JULIAN TOGELIUS und MARK J. NELSON: *Procedural Content Generation in Games*. Springer International Publishing Switzerland 2016, 2016.
- [Sura] SURIDGE, JAYELINDA: *Modelling by numbers: Part One A: An introduction to procedural geometry*. [http://www.gamasutra.com/blogs/JayelindaSuridge/20130903/199457/Modelling\\_by\\_numbers\\_Part\\_One\\_A.php](http://www.gamasutra.com/blogs/JayelindaSuridge/20130903/199457/Modelling_by_numbers_Part_One_A.php).

## 7. Literatur

---

- [Surb] SURIDGE, JAYELINDA: *Modelling by numbers: Part Two A: The cylinder.* [http://www.gamasutra.com/blogs/JayelindaSuridge/20130905/199626/Modelling\\_by\\_numbers\\_Part\\_Two\\_A.php](http://www.gamasutra.com/blogs/JayelindaSuridge/20130905/199626/Modelling_by_numbers_Part_Two_A.php).
- [TKSY] TOGELIUS, JULIAN, EMIL KASTBJERG, DAVID SCHEDL und GEORGIOS N. YANNAKAKIS: *What is Procedural Content Generation? Mario on the borderline* . <http://julian.togelius.com/Togelius2011What.pdf>.
- [Unra] *Unreal Engine Documentation : Content Examples.* <https://docs.unrealengine.com/latest/INT/Resources/ContentExamples/>.
- [Unrb] *Unreal Engine Documentation : Unreal Engine 4 Terminology.* <https://docs.unrealengine.com/latest/INT/GettingStarted/Terminology/index.html>.
- [Wha] *Unreal Engine Features.* <https://www.unrealengine.com/unreal-engine-4>.